

- cants and benefits of alternative fuels], *Visnyk NUVGP*, 2009, (3), pp. 142–149. (Ukr.).
17. Severyn L.I., Petruk V.G., Bezvozhuk I.I. Prirodohoronnii tehnologii. [Environmental technology]. Vinnitsa : UNIVERSUM, 2005, 357 p. (Ukr.)
 18. Bojchenko S.V., Novikova V.F., Turchak V.M., Medvjedjeva T.V. Ekologichni aspekti viznachennja vmistu sirki v naftoproduktah [Environmental aspects of determination of sulphur content of petroleum products]. *Visnyk Nacional'nogo aviacionnogo universitetu*, 2010, (1), pp. 219–223. (Ukr.)
 19. Prognoz rozvytytja vozdušnogo transporta do 2025 goda: Cyrkuljar 313. 2007. [Elektronnyj resurs] – Rezhym dostupu: http://aviadocs.net/icaodocs/Cir/313_ru.pdf. (Ukr.)
 20. Franchuk G.M., Isajenko V.M. Ekologija, aviacija i kosmos [Ecology, aviation and space: manual]. Kiev : Nacional'nyi aviacionnyi universitet, 2004, 456 p. (Ukr.)
 21. Haleckyj Yu.D. Jekologicheskie problemy aviacii [Environmental Problems of Aviation]. Moscow : Torus Press, 2010, 504 p. (Rus.)
 22. Klymenko L. P. Tehnoekologija [Technical Ecology]. Odesa : Fond Ekoprint, 2000, 542 p. (Ukr.)
 23. Gaz jak al'ternativa benzynu [Gas as an fuel alternative] *Vseukrai'ns'kyj zagal'nopolitychnyj osvjtians'kyj tyzhnevnyk «Personal Plus»*, 2009, (49). [Elektronnyj resurs]: – Rezhym dostupu: <http://www.personal-plus.net/351/5866.html> (Ukr.).
 24. Sajt Innovacijno-tehnologichnogo biznes centru Stavropol's'kogo kraju [Site of Innovation and Technology Business Center of Stavropol Territory]. [Elektronnyj resurs]. – <http://www.stavintech.ru>. (Ukr.)
 25. Nazarenko M.B. Pokrashennja ekologichnih pokaznikov KTZ pereobladnannjam dizeliv v gazo-dizeli. [Improving of the environmental characteristics of the diesels vehicle that was equipped into gas-diesel type] *The dissertation for Candidate of Technical Sciences*, Kiev, 2009, 230 p. (Ukr.)

Received January 6, 2015

УДК 504.064

Цыбуля С.Д.¹, канд. техн. наук, **Старчак В.Г.²**, докт. техн. наук, проф.,
Иваненко К.Н.¹, канд. техн. наук, **Бобровник Х.Н.²**

¹ **Черниговский национальный технологический университет**

ул. Шевченко, 95, 14027 Чернигов, Украина, e-mail: stcibula@yandex.ru

² **Черниговский национальный педагогический университет им. Т.Г.Шевченко**

ул. Гетмана Полуботка, 53, 14013 Чернигов, Украина

Интегральная оценка вредных выбросов с учетом комбинированного действия токсических загрязнителей

Для определения состояния окружающей среды, экологической опасности вредных выбросов в воздушный бассейн и методов защиты от них приобретает большое значение интегральная оценка техногенного загрязнения воздуха с учетом комбинированного действия токсических загрязнителей. Приведены результаты исследования техногенного ингредиентного загрязнения атмосферного воздуха Черниговской теплоэлектроцентрали с определением его интегральной оценки с позиций разных научных подходов, в особенности с учетом комбинированного действия токсикантов 4 групп (с эффектом суммирования и независимости биологического действия, неустановленного эффекта комбинированного действия). Уровень и степень опасности загрязнения устанавливали по кратности превышения суммарного показателя загрязнения относительно предельно допустимого загрязнения. Использовали и другие научные подходы: определение суммарного коэффициента опасности загрязнения атмосферного воздуха, индекса загрязнения атмосферы, класса опасности источника и категории опасности предприятия. Показано, что интегральная оценка вредных выбросов с учетом комбинированного действия токсичных загрязнителей более информативна относительно определения уровня экологической опасности ингредиентного загрязнения воздуха. *Библ. 20, табл. 3.*

Ключевые слова: степень опасности загрязнения воздуха, комбинированное действие токсикантов.

Вступление

Оценка экологической опасности вредных выбросов, особенно экологически опасными предприятиями, – важная актуальная научная и прикладная задача в проблеме охраны окружающей среды [1–4]. Это связано с тем, что техногенное ингредиентное загрязнение атмосферного воздуха во многом обуславливает определенный уровень опасности для грунта, водных объектов, сельскохозяйственных растений, здоровья населения [5–12]. Немаловажную роль играет агрессивность воздушного загрязнения и для исторических памятников культуры, архитектуры и технических сооружений, поскольку многие загрязнители воздуха являются стимуляторами коррозионных процессов и преждевременного разрушения, иногда сопровождающегося экологическими катастрофами [7–12]. В связи с этим остро встает вопрос о проведении суммарной оценки техногенного загрязнения воздуха [3, 4, 6–14]. В научной литературе предложены разные подходы к оценке ингредиентного загрязнения: по определению суммарного коэффициента опасности загрязнителей атмосферы ($K_{O\Sigma}$) [3, 4], индекса загрязнения атмосферы (ИЗА) [13], класса опасности источника загрязнения и категории опасности предприятия [12, 13] и др. Одним из недостаточно решенных аспектов проблемы интегральной оценки техногенного загрязнения атмосферы является ограниченность литературных данных об уровне, степени опасности загрязнения атмосферы при комбинированном действии токсикантов [3, 4, 6–12, 15–20].

Цель данной работы – установить уровень экологической опасности техногенного загрязнения воздуха Черниговской теплоэлектроцентрали (ЧТЭЦ) по интегральной оценке с учетом комбинированного действия токсикантов и в сравнении с разными научными подходами [3, 4, 8–20].

Основные результаты исследования и их обсуждение

По данным [16], ЧТЭЦ является основным загрязнителем атмосферы Черниговской обл. (30 %) и г. Чернигова (90 %). Характеристики вредных веществ в выбросах ЧТЭЦ приведены в табл.1, 2 с указанием коэффициента комбинированного действия $K_{кд}$.

В табл.1 приземные концентрации (C , мг/м³) определены по [12, 18] на границе санитарно-защитной зоны (500 м), а коэффициенты комплексного действия $K_{кд}$ – по [14]. Загрязнители (см. табл.1) представлены по 4 группам:

1 – при совместном присутствии в атмосферном воздухе наблюдается эффект суммирования биологического действия, с $\Sigma C_i / ПДК_i \leq 1$ (SO_2, NO_2, CO, Ni), $\Sigma C_i / ПДК_i = 0,825$;

2 – при совместном присутствии загрязнителей в воздухе наблюдается эффект неполной суммации биологического действия, с $\Sigma C_i / ПДК_i \leq 2$ (Pb, As), $\Sigma C_i / ПДК_i = 1,35$;

3 – при совместном присутствии в воздухе наблюдается эффект независимого биологического действия, с $\Sigma C_i / ПДК_i$ ($K_{кд} = 2$): Zn, SO_2 (1,5–2);

4 – при совместном присутствии загрязнителей в воздухе не установлен эффект действия (данные отсутствуют в официальных списках токсикантов): Cr , твердые частицы ($n = 2$).

Коэффициент комбинированного действия смеси токсикантов определяли по формуле:

$$K_{кдс} = [\Sigma K_{кдi}^2 + (n - 1) + K_m]^{1/2}, \quad (1)$$

где K_m – значение $K_{кд}$ по группе 3.

Получено $K_{кдс} = 2,40$. Тогда предельно допустимое загрязнение (ПДЗ) будет:

$$ПДЗ = 100 K_{кдс} = 240. \quad (2)$$

Суммарный показатель загрязнения воздуха ПЗ_Σ смесью токсикантов рассчитан по формуле:

Таблица 1. Характеристики токсикантов в выбросах ЧТЭЦ

Токсиканты	1, SO ₂	2, Твердые частицы, зола	3, NO _x	4, CO	5, As	6, Ni	7, Pb	8, Cr	9, Zn
Код	05001	03002	04000	06000	01001	01006	01009	01010	01011
ПДК _{рз}	10	4	2	20	0,50	0,05	0,01	0,01	0,50
ПДК _{мр}	0,50	0,50	0,085	50	0,020	0,002	0,001	1,5·10 ⁻³	0,010
ПДК _{сс}	0,05	0,15	0,04	0,3	0,003	2·10 ⁻⁴	3·10 ⁻⁴	1,5·10 ⁻³	0,008
М, т/год	4946,323	1792,874	1117,514	80,600	0,259	0,238	0,326	0,315	0,753
Класс опасности	3	3	2	4	2	1	1	1	2
C, мг/м ³	0,15	0,25	0,04	0,025	9·10 ⁻³	1·10 ⁻⁴	9·10 ⁻⁴	2,25·10 ⁻³	0,012
K _{кд}	0,30	0,50	0,47	0,005	0,45	0,05	0,90	1,5	1,2

Таблица 2. Интенсивность выбросов основных загрязнителей (М) и их концентрации (С) в устье источника

	Токсиканты	М, г/с	С, мг/м ³
1	Твердые частицы, зола	148,190	1063
2	SO ₂	106,300	739
3	NO _x	97,001	667
4	CO	11,470	83

$$ПЗ_{\Sigma} = \Sigma [C_i / (ПДК_i \cdot K_i)] \cdot 100 \%, \quad (3)$$

где K_i — коэффициенты, учитывающие класс опасности загрязнителей: 1-й — 0,8; 2-й — 0,9; 3-й — 1,0; 4-й — 1,1,

$$ПЗ_{\Sigma} = (0,30 + 0,50 + 0,52 + 0,0045 + 0,50 + 0,062 + 1,125 + 1,88 + 1,33) \cdot 100 = 6,2215 \cdot 100 = 622,15 \%$$

Интегральную оценку загрязнения атмосферного воздуха при совместном комбинированном действии токсикантов (табл.3) определяли по кратности превышения ПДЗ:

$$ПЗ_{\Sigma} / ПДЗ = 622,15 / 240 = 2,69.$$

Степень опасности загрязнения, по интегральной оценке (кратности превышения ПДЗ — 2,69), — умеренно-опасное. По суммарному показателю $ПЗ_{\Sigma} = 622,15$ загрязнение воздуха — опасное [15].

Научный подход [3] дает возможность определить суммарный коэффициент опасности загрязнения $K_{O\Sigma}$ атмосферного воздуха:

$$K_{O\Sigma} = \sum_{i=1}^{n=9} K_i = \sum_{i=1}^{n=9} [C_i / (ПДК_i)]; \quad (4)$$

$$K_{O\Sigma} = 0,30 + 0,50 + 0,47 + 0,005 + 0,45 + 0,05 + 0,90 + 1,5 + 1,2 = 13,5.$$

По $K_{O\Sigma}$ определяли экологическое состояние (ЭС), обусловленное загрязнением воздуха: 0–5 — нормальное; 5–7 — удовлетворительное;

Таблица 3. Интегральная оценка загрязнения воздуха

Уровень загрязнения	Степень опасности загрязнения	ПЗ _Σ , %	Кратность превышения ПДЗ
Допустимый	безопасное	> 100	≤ 1
Недопустимый	слабо-опасное	100–200	> 1–2
Недопустимый	умеренно-опасное	200–450	> 2–4,4
Недопустимый	опасное	450–800	> 4,4–8
Недопустимый	очень опасное	> 800	> 8

7–10 — напряженное; 10–15 — сложное; 15–20 — неудовлетворительное; 20–25 — предкризисное; 25–30 — критическое; > 30 — катастрофическое. По суммарному показателю опасности загрязнения $K_{O\Sigma}$ экологическое состояние воздуха — сложное.

Для приземной концентрации токсикантов на границе санитарно-защитной зоны (500 м) ИЗА [13], по баллу опасности унифицированной оценки загрязнения воздуха [20]:

$$ИЗА = \sum_{i=1}^{n=9} [C_i / ПДК_{с.с.i}]^{a_i} / 9, \quad (5)$$

где a_i — показатель токсичности в зависимости от класса опасности загрязнителей равен: 1-й — 1,7; 2-й — 1,3; 3-й — 1,0; 4-й — 0,9,

$$ИЗА = 20,7 / 9 = 2,3.$$

По унифицированной интегральной оценке [20], балл 2,3 соответствует умеренно-опасному загрязнению воздуха (2–4).

Класс опасности источника загрязнения (КОИ) определяли, по [12], по суммарному значению интенсивности выброса M_i (г/с) четырех основных токсикантов (см. табл.2) и C (мг/м³) в устье источника, которые обуславливают суммарные показатели требуемого потребления воздуха (ТПВ, м³/с) и параметр R_{Σ} :

$$ТПВ_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n (M_i / ПДК_{м.р.i}); \quad (6)$$

$$R = [D_i / (D_i + H_i)] (C_i / ПДК_{м.р.i}), \quad (7)$$

где D , H — диаметр, высота дымовой трубы, м.

$$ТПВ_{\Sigma} = (148,190 / 0,5 + 106,300 / 0,5 + 97,001 / 0,085 + 11,470 / 5) \cdot 10^3 = (296,380 + 221,600 + 1251,700 + 2,290) \cdot 10^3 = 1762,97 \cdot 10^3;$$

$$R_{\Sigma} = 0,048 (1063 / 0,5 + 739 / 0,5 + 667 / 0,085 + 83 / 5) = 0,048 \cdot 11467,6 = 550.$$

По значениям $ТПВ_{\Sigma} > 10^5$ и $R = 10^3$ – 10^2 определяем КОИ — 1-й класс опасности источника загрязнения воздуха.

По суммарному выбросу основных загрязнителей (M , т/год) (см. табл.1) определим категорию опасности предприятия (КОП):

$$КОП = \sum_{i=1}^n (M_i / ПДК_{с.с.i})^{a_i}; \quad (8)$$

$$КОП = (4946 / 0,05)^1 + (1792,874 / 0,04)^1 + (1117,514 / 0,04)^1 + (80,6 / 0,3)^{0,9} = 713778.$$

Это II категория опасности предприятия (10^6 – 10^4).

Таким образом, интегральная оценка техногенного загрязнения атмосферного воздуха с учетом комбинированного действия одновременно присутствующих в выбросе токсикантов дает возможность определить такие показатели [14]:

– коэффициент комбинированного действия ($K_{кд}$), отражающий характер совместного биологического влияния (суммирование, усиление, уменьшение, независимое действие);

– показатель предельно допустимого загрязнения (ПДЗ) атмосферного воздуха как относительный интегральный критерий оценки загрязнения, характеризующий интенсивность и характер совместного действия всей совокупности присутствующих токсикантов;

– основные наиболее опасные ведущие компоненты смеси токсикантов, индивидуальные значения предельного загрязнения которых превышают допустимые уровни (см. табл.3). В нашем случае это Pb, Cr, Zn;

– эффективные природоохранные мероприятия для обеспечения допустимого уровня загрязнения воздуха.

Выводы

Предложенная интегральная оценка техногенного ингредиентного загрязнения атмосферного воздуха при комбинированном действии загрязнителей коррелирует с показателями, полученными на основе других научных подходов. Она характеризуется большей информативностью: позволяет сравнить суммарный показатель загрязнения ПЗ_Σ с предельно допустимым ПДЗ и установить уровень и степень опасности загрязнения по кратности превышения ПДЗ. Установленная недопустимость уровня загрязнения воздуха при умеренно-опасной степени опасности указывает на необходимость усовершенствования природоохранных мероприятий на предприятии.

Список литературы

1. Качинський А.Б. Екологічна безпека України: системний аналіз покращення. — Київ : НІСД, 2001. — 12 с.
2. Дорогунцов С.І., Хвесик М.А., Горбач Л.М. Екосередовище і сучасність. — Київ : Кондор, 2006. — 424 с.
3. Рудько Г.І., Адаменко О.М. Конструктивна геоecologia: наукові основи та практичне втілення. — К.: Маклаут, 2008. — 320 с.
4. Шмандій В.М., Некос В.Ю. Екологічна безпека. — Харків : Харківський нац. ун-т, 2008. — 436 с.

5. Хільчевський В.К. Водопостачання та водовідведення. Гідрологічні аспекти. — Київ : Київ. держ. ун-т, 1999. — 319 с.
6. Рудько Г.І., Гошовський С.В. Екологічна безпека техноприродних геосистем (наукові і методологічні основи). — Київ : Нічлава, 2006. — 464 с.
7. Боков В.А., Луцник А.В. Основы экологической безопасности. — Симферополь: Сонат, 1998. — 224 с.
8. Рагозин А.Л. Ранжирование опасных природных и техноприродных процессов по социально-экологическому ущербу // Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. — 1993. — Вып. 2. — С. 50–61.
9. Мельник Л.Г. Екологічна економіка. — Суми : Університет. книга, 2002. — 346 с.
10. Шевчук В.Я., Саталкін Ю.М., Білявський Г.О. Екологічне управління. — Київ : Либідь, 2004. — 432 с.
11. Козьменко С.Н. Экономика катастроф. — Киев : Наук. думка, 1997. — 203 с.
12. Белов С.В. Охрана окружающей среды. — М. : ИНФРА, 2006. — 425 с.
13. СанПиН 3086-84, з доповненнями 1987, 1988 рр; РД 52.4.186-89. Контроль загрязнения атмосферы; ДСТУ ISO 4219:2004; ДСТУ ISO 4226:2004; ДСТУ ISO 9359-2003. Якість повітря. ДСТУ ISO 14644-1:2004. Класифікація чистоти повітря.
14. ДСП 201-97. Державні санітарні правила охорони атмосферного повітря населених міст (від забруднення хімічними та біологічними речовинами).
15. Коніцула Т.Я., Горлицький Б.О., Ясулайтис А.І. Аналіз впливу забруднення атмосферного повітря на населення Шевченківського р-ну м. Києва // Екологія та БЖД. — 2004. — № 4. — С. 70–76.
16. Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Чернігівській області за 2013 рік. — Чернігів : Мінприроди України, ДУ ОНПС в Чернігівській обл., 2014. — 252 с.
17. Пушкарьова І.Д. Удосконалення комплексного оцінювання екологічного стану та засобів захисту техноприродних систем від забруднення важкими металами: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. — Київ, 2013. — 20 с.
18. Методика расчета концентраций вредных веществ в атмосферном воздухе, содержащихся в выбросах предприятий. — Л. : Гидрометеоздат, 1997. — 94 с.
19. Кораблева А.И., Чесанов Л.Г., Савин Л.С. Введение в экологическую экспертизу. — Днепропетровик : Полиграфист, 2000. — 145 с.
20. Цибуля С.Д., Старчак В.Г., Іваненко К.М. Уніфікована оцінка захисту навколишнього середовища // 3-й Міжнар. конгрес «Захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування». — Львів : Львівська політехніка, 2014. — С. 53.

Поступила в редакцию 22.12.14

Цибуля С.Д.¹, канд. техн. наук, **Старчак В.Г.²**, докт. техн. наук, проф.,
Іваненко К.М.¹, канд. техн. наук, **Бобровник Х.М.²**

¹ **Чернігівський національний технологічний університет**

вул. Шевченка, 95, 14027 Чернігів, Україна, e-mail: stcibula@yandex.ru

² **Чернігівський національний педагогічний університет ім. Т.Шевченка**

вул. Гетьмана Полуботка, 53, 14013 Чернігів, Україна

Інтегральна оцінка шкідливих викидів із врахуванням комбінованої дії токсичних забруднювачів

Для визначення стану навколишнього середовища, екологічної безпеки шкідливих викидів у повітряний басейн та методів охорони його набуває важливого значення інтегральна оцінка техногенного забруднення повітря, з врахуванням комбінованої дії токсичних забруднювачів. В роботі наведені результати дослідження техногенного інгредієнтного забруднення атмосферного повітря Чернігівською теплоелектроцентраллю із визначенням його інтегральної оцінки, з позицій різних наукових підходів, особливо, з врахуванням комбінованої дії токсикантів 4 груп (з ефектом сумарності та незалежності біологічної дії, а також невстановленого ефекту комбінованої дії). Рівень та ступінь небезпеки забруднення визначали за кратністю перевищення сумарного показника відносно гранично допустимого забруднення. Використовували також інші наукові підходи: визначення сумарного коефіцієнта небезпеки забруднення атмосферного повітря, індексу забруднення атмосфери, класу небезпеки джерела (КНД) та категорії небезпеки підприємства. Показано, що інтегральна оцінка шкідливих викидів, з врахуванням комбінованої дії токсичних забруднювачів, більш інформативна відносно визначення рівня екологічної безпеки інгредієнтного забруднення повітря. Бібл. 20, табл. 3.

Ключевые слова: ступінь забруднення повітря, комбінована дія токсикантів.

Tsybulia S.D.¹, Candidate of Technical Science,

Starchak V.G.², Doctor of Technical Science,

Ivanenko K.N.¹, Candidate of Technical Science, **Bobrovnik H.N.²**

¹ **Chernihiv National University of Technology**

95, Shevchenka str., 14027 Chernihiv, Ukraine, e-mail: stcibula@yandex.ru

² **Chernihiv National T. Shevchenko Educational University**

53, Getmana Polubotka str., 14013 Chernihiv, Ukraine

Integral Estimation of Harmful Blow-Out With Consideration of Combined Action of Toxical Pollutants

The integral estimation of the technogenous air pollution under the combined action of the toxical pollutants is gaining the important significance for the determination of the environmental state, the ecological danger of the harmful blow-out in the air basin and the methods protection. This paper presents the research results of the technogenous ingredient air pollution by Chernihiv central heating-and-power plant with determination of its integral estimation, taking into account different scientific approaches especially, with consideration of the combined action of the toxical pollutants of 4 groups (with effects of a summation and independence of the biological action and also of the unknown effect of the combined action). The level and danger of pollution degree have been determined by the excess ratio of the pollution summaric coefficient relatively to

the maximum permissible pollution. The other scientific approaches used: the determination of the summaric coefficient of a danger of air pollution, the index of air pollution, the danger source class and the danger enterprise category. It is shown that the integral estimation of the harmful blow-out, with consideration of the combined action of the toxic pollutants is more informative relatively to the determination of the ecological danger level of the air pollution. *Bibl. 20, Table 3.*

Key words: danger degree air pollution, combined action pollutants.

References

1. Kachyns'ky A.B. Ekologichna bezpeka Ukrainy: systemnyj analiz pokrashennja [Ecological safety of Ukraine: system analysis of improvement]. Kiev : NICD, 2001, 12 p. (Ukr.).
2. Dorohuntsov S.I., Khvesyk M.A., Horbach L.M. Ekoseredovyshhe i suchasnist' [Ecomedium and the present time]. Kiev : Kondor, 2006, 424 p. (Ukr.).
3. Rud'ko G.I., Adamenko O.M. Konstruktyvna geoeologija: naukovy osnovy ta praktyчне vtilennja [Constructive geocology : Scientific grounds and practical implementation]. Kiev : Maclaut, 2008, 320 p. (Ukr.).
4. Shmandiy V.M., Nekos V.Yu. Ekologichna bezpeka [Ecological safety]. Kharkiv : Kharkivskij nacional'nyj universytet, 2008, 436 p. (Ukr.).
5. Khil'chevs'ky V.K. Vodopostachannja ta vodovidvedennja. Hidrologichni aspekty [Water supply and drainage. Hydrological aspects]. Kiev : Kyi'vs'kyj derzhavij universytet, 1999, 319 p. (Ukr.).
6. Rud'ko G.I., Hoshovs'ky S.V. Ekologichna bezpeka tehnapryrodnyh geosystem (naukovy i metodologichni osnovy) [Ecological safety of technonatural geosystems (scientific and methodological grounds)]. Kiev : Nichlava, 2006, 464 p. (Ukr.).
7. Bokov V.A., Lushchik A.V. Osnovy ekologycheskoj bezopasnosti [Ecological safety grounds]. Simferopol : Sonat, 1998, 224 p. (Rus.).
8. Rahozy A.L. Ranzhyrovanye opasnyh pryrodnyh i tehnapryrodnyh processov po social'no-ekologycheskomu ushherbu [Ranking of dangerous natural and technonatural processes by the social-ecological damage] *Problemy bezopasnosti pry chrezvyhajnyh sytuacijah [Safety problems in the extraordinary situation]*, 1993, 2, pp. 50–61. (Rus.).
9. Mel'nyk L.H. Ekologichna ekonomika [Ecological economics]. Sumy : Universytetska knyga, 2002, 346 p. (Ukr.).
10. Shevchuk V.Ya., Satalkin Yu.M., Bilyavs'ky G.O. Ekologichne upravlinnja [Ecological management]. Kiev : Libid, 2004, 432 p. (Ukr.).
11. Koz'menko S.N. Ekonomika katastrof [Catastrophe Economics]. Kiev : Nauk. dumka, 1997, 203 p. (Rus.).
12. Belov S.V. Ohrana okruzhajushhej sredy [Environment protection]. Moscow : Infra, 2006, 425 p. (Rus.).
13. СанПиН 3086-84, with supplements 1987, 1988 pp; РД 52.4.186-89. Air pollution control; ДСТУ ISO 4210:2004; ДСТУ ISO 4226:2004, ДСТУ ISO 9359-2003. Air quality; ДСТУ ISO 14644-1:2004. Air purity classification. (Ukr.).
14. ДСП 201-97. Derzhavni sanitarni pravyla ohorony atmosfernogo povitryja naselenyh mist (vid zabrudnennja himichnymi ta biologichnymi rehovynamy) [State sanitary rules of the air protection (against chemical and biological pollution)]. (Ukr.).
15. Konitsula T.Ya., Horlyts'ky B.O., Yasulaytys A.I. Analiz vplyvu zabrudnennja atmosfernogo povitryja na naselennja Shevchenkivs'kogo r-nu m. Kyjeva [Analysis of the air pollution influence on the population of Shevchenko district of Kiev]. *Ekologija ta BZhD [Ecology and safety of life-occupation]*, 2004, (4), pp. 70–76. (Ukr.).
16. Dopovid' pro stan navkolyshn'ogo pryrodnoho seredovyshha v Chernigivs'kij oblasti za 2013 rik [Report on the environment state of Chernihiv region in 2013]. Chernihiv : Minpryrody Ukrainy, DU ONPS v Chernigivs'kij obl., 2014, 252 p. (Ukr.).
17. Pushkaryova I.D. Udoskonalennja kompleksnoho ocinjuvannja ekologichnoho stanu ta zasobiv zahystu tehnapryrodnyh system vid zabrudnennja vazhkymy metalamy [Improvement of integrated assessment of the ecological status and protection methods of the technonatural systems against heavy metals pollution] : Avtoref. dys. ... kand. tehn. nauk. Kiev, 2013, 20 p. (Ukr.).
18. Metodyka rascheta koncentracij vrednyh veshhestv v atmosfernom vozduhe, sodержashchyhsja v vьybrosah predprijatyj [Methods of calculation of harmful substances concentration in atmospheric air caused by industrial emissions]. Leningrad : Gydrometeoyzdat, 1997, 94 p. (Rus.).
19. Korableva A.Y., Chesanov L.G., Savyn L.S. Vvedenye v ekologycheskuju ekspertizu [Introduction into the ecological expertise]. Dnepropetrovsk : Polygrafist, 2000, 145 p. (Rus.).
20. Tsybulia S.D., Starchak V.G., Ivanenko K.M. Unifikovana ocinka zahystu navkolyshn'ogo seredovyshha. 3-j mizhnar. kongres «Zahyst navkolyshn'ogo seredovyshha. Energooshhadnist'. Zbalansovane pryrodokorystuvannja». [Unificated estimate of the environment protection]. Lvov : L'vivs'ka politehnika, 2014, p. 53. (Ukr.).

Received December 22, 2014